النظرية النسبية

theory of relativity
théorie de la relativite *(sf)*
Relativitätstheorie *(sf)*

هى نظرية طورها «ألبرت آينشتين» فى بداية القرن العشرين وأدت إلى تغيير قاطع فى عديد من فروع الفيزياء ولها أهمية كبرى أيضا لبعض مجالات الفلك .

أوجد آينشتين عام ١٩٠٥ **نظرية النسبية الخاصة** لايجاد التوافق بين النظرية الفيزيائية وبعض الحقائق التى لم يكن تعليها ممكنا ، وعلى وجه الخصوص إنتشار الضوء فى الأوساط المتحركة . وقد كانت نقطة البداية فى الميكانيكا الكلاسيكية هى مبدأ التكافؤ النسبى ، الذى عممت نظرية النسبية صلاحيته على كل الظواهر الفيزيائية وعلى وجه الخصوص أيضا بالنسبة للكهرومغناطيسية منها .

وتبعا لمبدأ التكافؤ النسبى هذا فإن كل الأنظمة ذى الحركة المنتظمة فما بينها ، أى التى ليس بينها عجلة نسبية ، هى أنظمة متماثلة فى كل القوانين الفيزيائية . ولا ينطبق ذلك بالنسبة للأنظمة ذات العجلة ، على سبيل المثال أيضا الأنظمة الموجودة فى حالة دوران . من هنا فإنه من الممكن التحقق بطريقة نسبية ، أى بالنسبة للأجسام غير الأرضية ، مما إذا كانت الأرض ذات حركة منتظمة ، ويمكن أيضا التحقق بطريقة مطلقة ، أى بدون الرجوع إلى الأجسام غير الأرضية ، من أن الأرض تدور وذلك على سبيل المثال خلال تجربة البندول التى أجراها الفيزيائى الفرنسى «فوكولت» . ومن النتائج الكثيرة ، المتناقضة أحيانا نذكر هنا بعضها فقط . لابد مثلا من صرف النظر عن الفكرة القديمة لكل من الزمان والمكان . فلا يوجد زمن مطلق صالحا بصفة عامة . والقول بوقوع حادثتين فى نفس الوقت يعتمد على حالة حركة المشاهد . وسرعة الضوء فى الفراغ ثابتة فى جميع الحالات . بذلك فإن الشعاع القادم إلينا من نجم ما يسير بنفس السرعة ، يستوى فى ذلك أن يقترب النجم أو يبتعد عنا . (تتغير فقط ذبذبة ، وبالتالى طول موجة شعاع النجم ، تبعا لظاهرة دوبلر) . وسرعة الضوء فى الفراغ هى أكبر سرعة لنقل الطاقة ، ولا يمكن لجسم أن يصل إلا بالقرب من سرعة الضوء فقط ؛ وإلا زادت كتلة الجسم فوق كل الحدود . والكتلة m ليست ثابتة تبعا لنظرية النسبية ، وإنما تزداد مع السرعة v حسب العلاقه :

$$m = m_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}},$$

حيث m_0 تدل على كتلة الجسم فى حالة الثبات ، سرعة الضوء يناظر كل كتلة طاقة تعطى بالعلاقه : $E = mc^2$. ولمبدأ التكافؤ هذا أهمية كبيرة فى كل الفيزياء .

كذلك أوجد آينشتين عام ١٩١٥ **نظرية النسبية العامة** . وفى هذه النظرية نوقشت بالإضافة إلى نسبية الحركة ، أيضا نسبية العجله . وقد أخذت الجاذبية كذلك فى الإعتبار . وتقتضى النظرية تغييرا أساسيا فى النظرة التقليدية لكل من الزمان والمكان . فوجود مجالات الجاذبية يستلزم تغييرا فى إنحناء الفضاء من مكان إلى آخر . ويمكن لنا أن نتصور مقدار تأثير نظرية النسبية العامة على سبيل المثال فى الكسمولوجى . ومن المؤسف أن هناك صعوبة فى إختبار هذه النظرية من الناحية العملية . لذلك يبدو منطقيا أن نستعين فى هذا الشأن بالأرصاد الفلكية لأننا نتعامل فى الفلك مع أبعاد وكتل كبيرة .

إقترح آينشتين ثلاثة إمكانيات لإثبات صلاحية نظرية النسبية العامة الأولى منها عباره عن دوران خط الأوج والحضيض للكواكب حول الشمس . فتبعا لنظرية النسبية يبلغ هذا الدوران فى مدة قرن فى حالة عطارد ٤٣٫٠٣″ ، وفى حالة الزهرة ٨٫٦″ ، وبالنسبة للأرض ٣٫٨″ أكبر مما ينتظر تبعا للميكانيكا الكلاسيكية . وقد أتت الأرصاد بتطابق جيد مع

ذلك حيث إتضح أن الزيادات هى ١١ر٤٣ً ، ٨ر٤ً ، ٠ر٥ً على التوالى . والطريقة الثانية فى إثبات نظرية النسبية تعتمد على إنحناء الضوء . فتتطلب النظرية أن ينحرف شعاع ضوئى ، يمر عند حافة الشمس ، عن مساره الأصلى بمقدار ٧٥ر١ً . وقد جرى لإختبار ذلك محاولات أثناء الكسوفات الشمسية . إلا أنه لم يمكن حتى الآن الوصول إلى نتيجة قاطعة بسبب صعوبة القياس . وإن كانت نتائج القياس قريبة من القيمة النظرية ، وبالتحديد بين ٧٥ر١ً و٢ر٢ً . والطريقة الثالثة تعتمد على الإزاحة النسبية الحمراء . فالذرات ، الموجودة فى مجالات جاذبية قوية ، تبعث إشعاعا أقل قليلا فى ذبذبته ، أى أطول فى موجته ، عما ينبعث من الذرات الموجودة فى فضاء خالى من مجالات الجاذبية . يأتى ذلك من أن الكم الضوئى الذى يغادر النجم يبذل شغلا ضد قوة جذبه وبذلك يفقد جزءا من طاقته . والتأثير المتوقع كبير بصفة خاصة فى حالة الأقزام البيضاء ، لأن لها مجالات جاذبية بالغة الكبر بسبب صغر أقطارها . وتتفق نتائج الأرصاد حتى الآن كيفيا وليس كميا مع ما تتطلبه النظرية . وحديثا وجدت دلائل يبدو بواسطتها تفسير بعض المتناقضات الباقية ممكنا . فهناك طريق رابعة تم إقتراحها ونُفِّذَتَ حديثا فقط ، تعتمد على تحديد الزمن الذى تستلزمه الاشارات الراديدية فى مجال جاذبية الشمس . فترسل الإشارات الراديوية من الأرض إلى أى من الزهرة أو عطارد عندما يكون بالقرب من الإقتران (← الأطوار) ، ثم يقاس زمن رجوع الإشارة المنعكسة . وفى حدود الدقة المتاحة للأرصاد أمكن حقيقة الوصول إلى ما تتنبأ به النظرية من تأخير فى الزمن .

نظرية النيازك

meteoric theory
hypothese météoritique *(sf)*
Meteoritentheorie *(sf)*

هى إفتراض فى مجال ← كسموجونى مجموعة الكواكب .

النظير

Nadir *(A)*

هو نقطة تقاطع إمتداد العمود المقام على الأفق عند مكان الراصد مع الكرة السماوية التى نعتبرها لا نهائية . والنقطة المضادة تسمى ← السمت .

(وتستعمل الكملة العربية النظيرة كما هى فى جميع الأوساط الفلكيه) .

نفاذية الغلاف الجوى

transmission of the atmosphere
transmission de l'atmosphére *(sf)*
Durchlässigkeit der Atmosphäre *(sf)*

← الغلاف الجوى الأرض .

نقطتى الإعتدالين

equinox
equinoxe *(pm)*
Aequinox *(pm)*

← الإعتدالين .

نقطتى التحرر

libration points
points de libration *(pm)*
Librationspunkte *(pm)*

← مسألة حركة الثلاث أجسام .

نقطتى التنين

dragon points
points de dragon *(pm)*
Drachenpunkte *(pm)*

هى ← العقد فى مدار القمر .

نقطة الإفلات

point of escape
point d'evasion *(sm)*
Fluchtpunkt *(sm)*

← المستقر و ← الرأس .

نقطة التماس

osculation s epoch
époque osculateurs *(sf)*
Oskulationsepoche *(sf)*

← عناصر التماس .

نقطة الجنوب

south point
point sud *(sm)*
Südpunkt *(sm)*

هى إحدى نقطتى تقاطع خط الزوال مع الأفق ، والنقطة المقابلة هى ← نقطة الشمال .

نقطة الخريف

autumn point
point d'automne *(sm)*
Herbstpunkt *(sm)*

هى النقطة المقابلة ← لنقطة الربيع .

نقطة الربيع

vernal equinox, first point of aires
point vernal *(sm)*
Frühlingspunkt *(sm)*

ويرمز لها بالرمز ♈ هى نقطة تقاطع دائرة البروج مع دائرة الإستواء السماوى ، عندما تعبر الشمس فى الإعتدال الربيعى ، حوالى ٢١ مارس ، فى مدارها الظاهرى دائرة الإستواء السماوى من الجنوب إلى الشمال . ونقطة التقاطع الأخرى هى التى تعبر فيها الشمس فى الإعتدال الخريفى ، حوالى ٢٣ سبتمبر ، فى مدارها الظاهرى الاستواء السماوى فى الإتجاه المضاد وتسمى **بنقطة الخريف** (أو **نقطة الميزان**) . وتسمى نقطتى الربيع والخريف **بنقطتى الإعتدالين** (← الإعتدالين) . ونقطة الربيع غير ثابتة تماما فى مكانها وذلك بسبب تزحزح دائرة البروج ودائرة الإستواء السماوى بتأثير السبق والكبو . وتتحرك نقطة الربيع بمرور الزمن على طول البروج فى إتجاه مضاد لحركة الشمس السنوية الظاهرية (← السبق) . وفى زمن هيبارخ (أى حوالى عام ١٥٠ قبل الميلاد) كانت نقطة الربيع فى برج الحمل على حافة برج الدلو .

نقطة الشرق

east point
point est *(sm)*
Ostpunkt *(sm)*

هى إحدى نقطتى تقاطع خط الاستواء السماوى مع الأفق الذى يبدأ عندها نجم متحرك فوق خط الإستواء السماوى فى الظهور فى الجزء المرئى من الكرة السماوية أثناء حركته اليومية الظاهرية . تسمى النقطة المضادة ، أى الذى يغرب فيها هذا النجم بنقطة الغرب . وعند تساوى الليل والنهار تشرق الشمس فى نقطة الشرق وتغرب فى نقطة الغرب . عندها ونجم متحرك فوق خط الإستواء السماوى فى الظهور فى الجزء المرئى من الكرة السماوية أثناء حركته اليومية الظاهرية . تسمى النقطة المضادة ، أى الذى يغرب فيها هذا النجم بنقطة الغرب . وعند تساوى الليل والنهار تشرق الشمس فى نقطة الشرق وغرب فى نقطة الغرب .

نقطة الشمال

north point
point nord *(sm)*
Nordpunkt *(sm)*

هى إحدى نقطتى تقاطع دائرة الزوال مع الأفق . وعلى خلاف نقطة الجنوب فإن نقطة الشمال لها مسافة قطبية صغيرة (الشكل ، ← الاحداثيات) .

نقطة القدم

nadir
nadir *(sm)*
Fusspunkt *(sm)*

هى نقطة ← النظير .

نقطة الغرب

west point
point ouest *(sm)*
Westpunkt *(sm)*

هى إحدى نقطتى تقاطع خط الإستواء السماوى مع الأفق . وتسمى النقطة المقابلة ← نقطة الشرق .

نقطة الميزان

first point of libra
point d'automne *(sm)*
Waagepunkt *(sm)*

هى بالضبط نقطة الخريف (← نقطة الربيع) .

نكو

Necho *(A)*

إحدى فوهات سطح القمر وقطرها ٢٠٠ كيلو متر. وقد سميت بإسم فرغون مصرى (٦٠٩ـ ٥٩٣ قبل الميلاد) كان رائدا فى علم الجغرافيا وقام برحلة علميه أثبت فيها أن إفريقيا محاطه بالمياه من جميع الأنحاء.

النماذج الكونية

world models
modéles mondiales *(pm)*
Weltmodelle *(pn)*

هى عبارة عن نظريات ذات إفتراضات أساسية محددة عن حالة الكون ككل وعن تغيير هذه الحالة ؛ ← الكسمولوجى.

نموذج النجم

star model
modèle d'étcile *(sm)*
Sternmodel *(sn)*

مجموعة من النتائج النظرية لمعلوماتنا عن التركيب الداخلى لنجم ما ، ← التركيب الداخلى للنجوم.

نموذج المنبع القشرى

shell source model
modèle à source en couche *(sm)*
Schalenquellenmodel *(sn)*

هو نموذج نجمى يتم فيه إنتاج الطاقة فى قشرة كروية تغلف منطقة إنتهى وقود إحتراقها ، (← التركيب الداخلى للنجوم).

النهر أو نهر إريدانى

Eridanus, Eri *(L)*
river Eridanus
Eridan *(sm)*
Fluss Eridanus *(sm)*

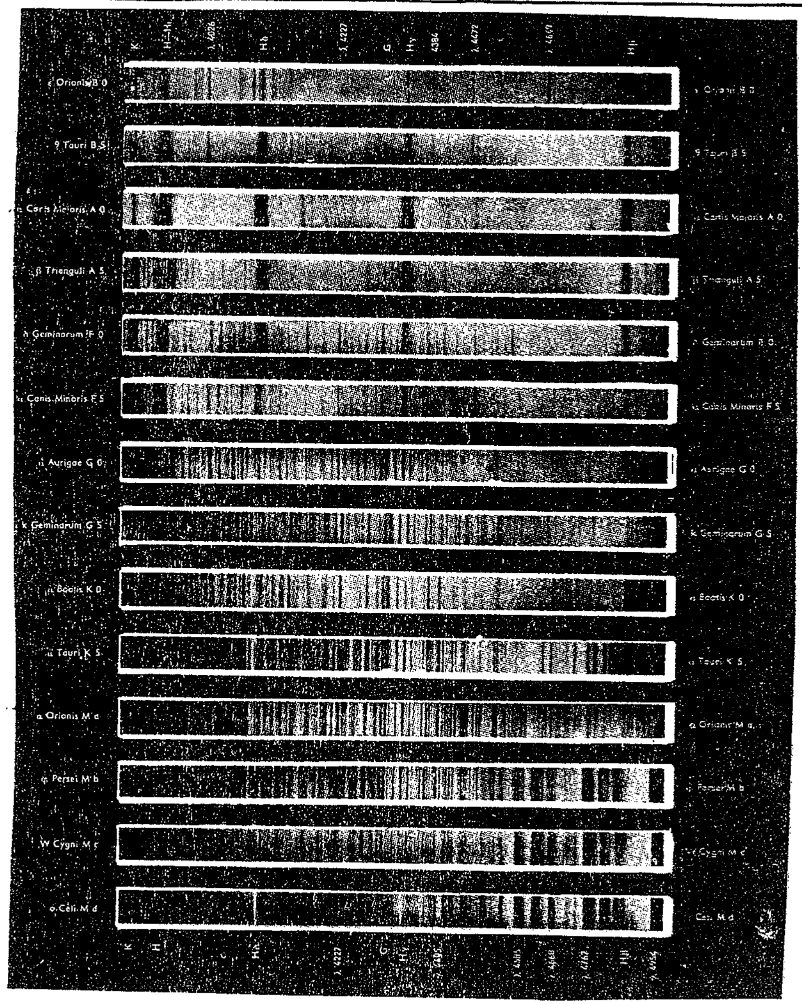
كوكبة طويلة تمتد من الإستواء السماوى فى النصف الجنوبى من الكرة السماوية. وتشاهد هذه الكوكبة فى ليالى الشتاء. وفى هذه الكوكبة يوجد النجم ← آخر النهر.

النوع الطيفى

spectral type
classe spectrale *(sf)*
Spektralklasse *(sf)*

هو أحد الأبعاد التى تميز طيف نجم ما. ويتكون طيف النجم من طيف مستمر فوقه كثير أو قليل من خطوط الإنبعاث والإمتصاص. وتوزيع الطاقة فى الطيف المستمر يعتمد على درجة الحرارة الفعالة ؛ حيث أنه بزيادة در:ة الحرارة الفعالة للنجم فإن قمة الطاقة تتزاح ناحية الأطوال الموجية الأقصر. وتحدد شدة الخطوط الطيفية عدد ذرات العنصر المتسبب فى نشأة الخط الطيفى. إلا أن جميع ذرات هذا العنصر ليست فى وضع يسمح لها بإنتاج الخط الطيفى قيد البحث ، لأن الذرات توجد فى مستويات إثارة وتأين مختلفة. والذرات فقط التى على درجة من الاثارة والتأين المقابل للخط الطيفى هى التى تشارك فى إحداثه ؛ مثال ذلك أن الذرات المتعادلة للهيدروجين والموجودة مثارة فى مستوى الطاقة الثانى هى التى تشارك فى إمتصاص خطوط بالمر ، لأن هذه الذرات فقط هى التى يمكنها إمتصاص طاقة تناظر ذبذبات خطوط بالمر (← تركيب الذرة ، ← الطيف). وعلى ذلك فإن شدة خط طيفى معين تتحدد بكل من عدد ذرات العنصر ودرجتى التأين والإثارة. فإذا علمنا أنه يمكن إفتراض نفس التركيب الكيماوى لأغلفة النجوم ـ وعلى الأقل لما ينتمى منها إلى نفس الجمهرة ـ أى نفس درجة شيوع ذرات العناصر المختلفة ، فإنه يتضح أن الشدة النسبية لخط طيفى تكون مقياسا لدرجة التأين أو الاثارة. وكل من درجة التأين والإثارة يعتمد على درجة الحرارة الفعاله والضغط السائد وبالتالى على عجلة الجاذبية فى الغلاف الجوى النجمى. وتزداد كل من درجتى الاثارة والتأين بإرتفاع درجة الحرارة ، كما أن درجة التأين تقل بزيادة الضغط.

مما سبق يتضح أن الإختلافات فى الظروف



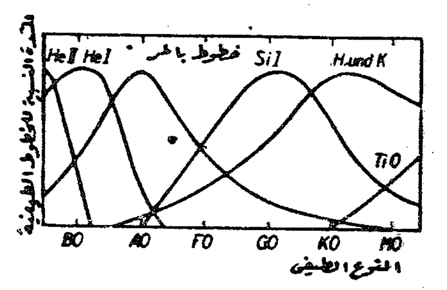
١ تتابع الأنواع الطيفية المختلفة . وقد أدرجت أسماء بعض الخطوط الطيفية وأطوالها الموجة والعناصر التى نشأت منها .

السائدة فى الغلاف الجوى للنجوم تنعكس فى إختلاف أطياف النجوم . وللحصول على نظام للأطياف الكثيرة من النجوم فإننا نقوم بعملية **تصنيف طيفى** أى وصف المظهر الطيفى من خلال نوعه الطيفى . فالنوع الطيفى يعطى صفات الطيف ولكن بدرجة غير أحادية الدلالة تماما (على أساس حقيقة أنه فى مظهر الطيف هناك عاملين مؤثرين ؛ درجة الحرارة الفعالة وعجلة التثاقل ، وأن كلا العاملين لا يرتبطان مع بعضهما بعلاقة واحدة لكل النجوم) . من هنا فقد إتضحت ضرورة عمل تصنيف طيفى ثنائى ، يعطى فيه بجانب النوع الطيفى لنجم ما ← نوع القوه الإشعاعيه . ولنجوم نفس النوع الطيفى تقريبا نفس درجة الحرارة الفعاله . فدرجة الحراره على سبيل المثال بالنسبه للنجوم العمالقه أقل قليلا عما هى عليه لنجوم التتابع الرئيسى ذات نفس النوع الطيفى . وعجلة التثاقل لنفس النوع الطيفى تختلف من نوع قوة إشعاعيه الى آخر .

ولو فحصنا نجوم نوع قوة إشعاعية محدد ــ على سبيل المثال نجوم التتابع الرئيسى (نوع القوة الإشعاعية V) ــ لأمكننا إعتبار النوع الطيفى مقياسا لدرجة الحرارة الفعالة .

نلاحظ فى أثناء التصنيف الطيفى وجود خطوط طيفية تتغير شدتها من نوع طيفى إلى آخر بدرجة كبيرة . وفى النوع الطيفى الواحد يمكن تمييز النجوم مختلفة القوة الإشعاعية بوجود خطوط تعتمد شدتها على القوة الإشعاعية .

يتم تمييز كل من الأنواع الطيفيه بأحدى الحروف الآتيه : W ، O ، B ، A ، F ، G ، K ، M وبنفس الترتيب فإن درجة الحرارة الفعليه لنوع ما تقل عن سابقه ، فنجوم ـ W لها أعلى درجة حراره بينما نجوم ـ M لها أقل درجة حراره . بجانب هذا التتابع الأساس للنجوم من W حتى M يوجد تتابع جانبى تنتمى إليه نجوم R ، N ، S* ونظرا لتغير ضوء النوفا فإنها توضع بمفردها فى النوع الطيفى Q . ولغرض التميز الدقيق والأحسن فقد قسمت الأنواع الطيفيه للتسلسل الرئيس السابق فى نظام عشرى (بإستثناء النوع W) ، على أن يتبع كل نوع طيفى بأحد الأرقام من (صفر) حتى (تسعة) . وعلى ذلك يأتى بعد B9 النوع الطبقى AO. يرتبط هذا الترتيب الخاص للحروف بظروف تاريخيه حيث لم يكن أول تقسيم تم عمله فى مرصد هارفارد (تقسيم هارفارد) تبعا للملامح الفيزيائية وإنما الظاهرية الخارجية فى الطيف . وعندما تدارك الفليكون بعد ذلك الملامح الفيزيائيه أبقوا على نفس التسميه الأولى ، وتم فقط التبديل بين الأنواع الطيفيه المختلفة . وقد إصطلح على أن الأنواع الطيفيه من W حتى A **أنواعا طيفيه متقدمه** بينما الأنواع من F حتى G **أنواعا طيفيه متأخره** ، على أن ذلك لا يعنى أى تطور كسموجونى كما كان يعتقد قبل ذلك .



٢ الشدة النسبية ـ فى الأنواع الطيفية المختلفة للخطوط ـ للخطوط الطيفية من الهليوم المتأين HeII وخطوط بالمر وخطوط السليكون المتعادل SiI وخطى K, H للكالسيوم المتأين مرة واحدة وحزام أكسيد اتيتانيوم Tio وقد أتخذت الشده العظمى لكل الخطوط متساوية .

وتتميز الأنواع الطيفية من كل من التسلسل الأساس والفرعى بالملامح الآتيه :

W: تدل على أحزمة إنبعاث عريضة : لعناصر منها الهيدروجين والهليوم المتأين والمتعادل ، فوق طيف مستمر قوى ؛ نجوم وولف رايت .

O: تدل على خطوط إمتصاص الهليوم المتأين وعلى طيف إستمرار شديد فى منطقة الموجات القصيرة .

Bo - B4: خطوط إمتصاص الهليوم المتعادل ، علاوة على مثيلها للهيدروجين (H_β ، H_α ، H_δ ، ... الخ) ، وكذلك الأكسجين أحادى التأين .

B5 - B9: خطوط هليوم ضعيفة ، وخطوط بالمر قوية

Ao - A4 تسود خطوط بالمر وتوجد بعض خطوط المعادن المتأينه .

A5 - A9 تقل قليلا شدة خطوط بالمر بينما تزداد شدة خطى الكالسيوم أحادى التأين H ، K وكذلك خطوط المعادن الأخرى .

Fo - F4: تزداد شدة خطوط H ، K أكثر ، بينما تضعف خطوط بالمر أكثر ، وفى نفس الوقت تظهر أحزمة ـ G متزاحمة فى خطوط كل من الحديد والتيتيانيوم والكالسيوم بجانب بعضها .

F5 - F9: خطوط H ، K هى أشد الخطوط وتزداد شدة أحزمة ـ .

Go - G4: لاتزال خطوط H ، K أشد الخطوط ، وبجانب ذلك يوجد العديد من خطوط المعادن ، كما لا يزال من